

УДК 612.16:616.13

Л. Хвостівська, М.Хвостівський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВЕРИФІКАЦІЯ СИНФАЗНОГО ТА КОМПОНЕНТНОГО МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ

L. Hvostivska, M.Hvostivskyi

VERIFICATION SYNPHASE AND COMPONENT METHOD OF ANALYSIS OF THE PULSE SIGNAL

Коректність працездатності (верифікація) методів синфазного та компонентного методів аналізу пульсового сигналу (ПС) як періодично корельованого випадкового процесу при розв'язанні задачі своєчасного діагностування стану ригідності судин людини є важливим етапом від якого залежить коректність лікування та профілактики пацієнтів.

Верифікація дає змогу гарантувати без помилок, що результати синфазного та компонентного аналізу відповідають висунутим вимогам тобто чи є вони працездатними при дослідженні фазо-часової структури ПС.

В процесі верифікації перевіряється працездатність методів аналізу шляхом імітаційного моделювання ПС для заміни експерименту з реальною системою.

На рис.1 зображено блок-схему верифікації методів аналізу ПС.

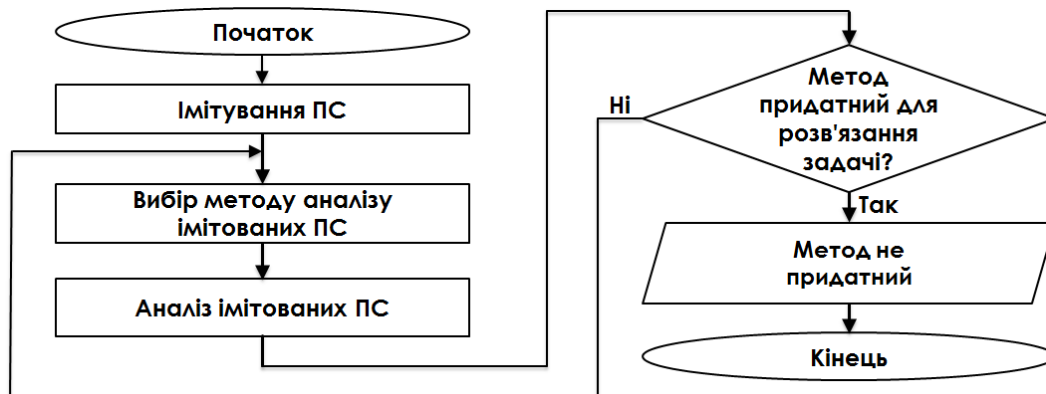


Рис.1. Алгоритм верифікації методів аналізу ПС

Для імітування ПС використано вираз Хвостівської Л.В. у вигляді періодично подовжених сум двох функцій із заданими законами нормального розподілу із урахуванням випадковості, значеннями моментів часу (початок і тривалість коливання), амплітудами прямої і відбитої хвиль кровонаповнення та величинами фазового зсуву:

$$\xi(t) = \sum_{k \in Z} \left\{ \begin{array}{ll} \sum_{n=1,2} (A_{nk} + \psi_{Ak}) \cdot e^{-\frac{(t-(m_{nk}+\psi_{mk})+\Delta\varphi_{0n})^2}{2(T_{nk}+\psi_{Tk})^2}} & , t \in [T_{k-1}, T_k) \\ 0 & , t \notin [T_{k-1}, T_k) \end{array} \right\} + n(t), \quad (1)$$

де T_k - ПС в межах k-го періоду;

A_{nk} , m_{nk} , T_{nk} - амплітуда, момент часу максимального кровонаповнення та тривалість n-ої хвилі ПС в межах k-го періоду;

ψ_{Ak} , ψ_{mk} , ψ_{Tk} - випадковість амплітуди A_{nk} , моменту часу m_{nk} та тривалості T_{nk} ПС в межах k-го періоду;

$n(t)$ - адитивна випадкова складова ПС.

$\Delta\varphi_{0n}$ - величина фазового зсуву n-ої хвилі в часі відносно початкової фази φ_{0n} (в початковий момент часу $\varphi_{0n} = 0$).

Вираз (1) дає можливість за відомими медичними параметрами моделювати сигнали патологій і норм із урахуванням його фазо-часових зсувів $\varphi_{0n} \pm \Delta\varphi_{0n}$, що є важливим при верифікації методів синфазного та компонентного аналізу ПС.

Оскільки при зміні ригідності судин відбувається зміна швидкості крові яка призводить до зсуву фази складових ПС $\varphi_{0n} \pm \Delta\varphi_{0n}$, тому верифікація методів аналізу відбувалася шляхом зсуву фаз прямої φ_{01} та відбитої φ_{02} хвиль імітованого ПС відносно початкової фази (рис.1) із використанням виразу (1).

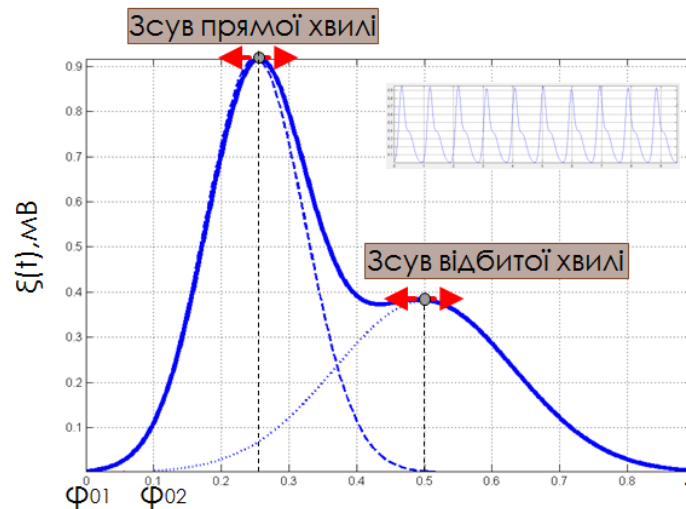


Рис. 1. Ілюстрація зсувів пульсової хвилі як складової ПС

За результатами дослідження встановлено, що при зсуві прямої та відбитої хвиль в додатному напрямі ($\varphi_{01} + \Delta\varphi$, $\varphi_{02} + \Delta\varphi$) спостерігається додатний приріст значень усереднених кореляційних компонент ($M\{B_k(u)\} + \Delta B$), а при зсуві у від'ємному напрямі – від'ємний приріст компонент ($M\{B_k(u)\} - \Delta B$) (рис.2).

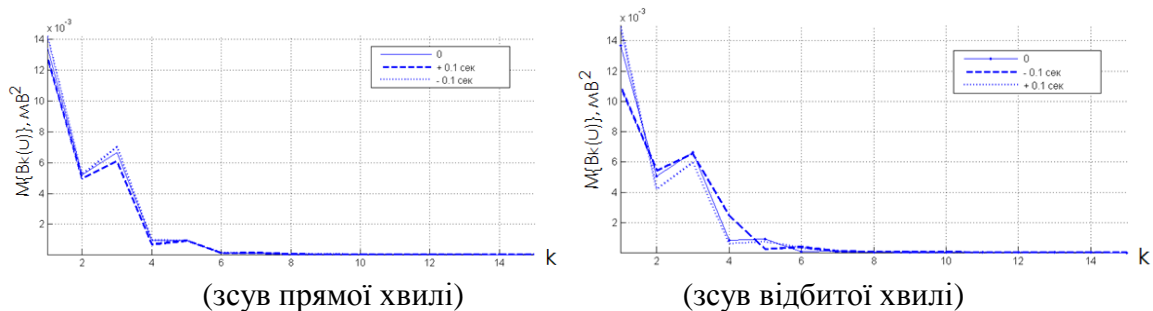


Рис.2. Результати синфазного аналізу при зсуві хвиль ПС

Отже, синфазний та компонентний методи аналізу ПС кількісно у вигляді усереднених кореляційних компонент $M_u\{\hat{B}_k(u)\}$ реагують на зміну у фазо-часовій структурі ПС, що слугує чутливим індикатором зміни ригідності судин.